

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-050744

(43)Date of publication of application : 25.02.1994

(51)Int.Cl.

G01B 17/00
G06F 15/62

(21)Application number : 04-206588

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 03.08.1992

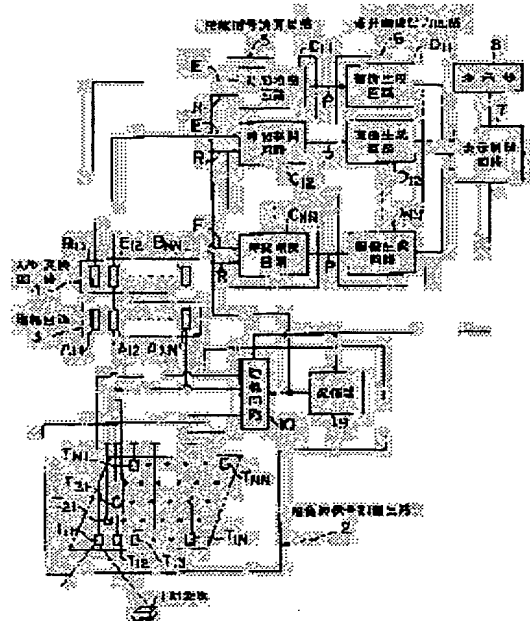
(72)Inventor : KARASAWA HIROICHI
MARUYAMA TOMIYOSHI
SUZUKI TAKEHIKO
NAGAI SATOSHI

(54) SUPERSONIC IMAGE PROCESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To make speedy image display possible by transmitting a supersonic wave with either transducer, receiving a reflection echo with another transducer, successively obtaining partial images of an object and composing them.

CONSTITUTION: At first a transmission signal is sent to a transducer T11 with a changeover circuit and a supersonic signal is transmitted to an object 1. And in addition to the transducer T11, the other transducers receive reflection echo signals from the object 1 and they are sent out to a time correlation circuit through an amplification circuit 3 and an A/D conversion circuit 4 as the received echo signals respectively. And a pulse signal P superior in an SN ratio is output in response to a distance up to the object 1. Image generation circuits D11-DNN serve to accumulate it and output a three-dimensional image signal related to part of the object 1, a display control circuit 7 gives service to take in it, add all three-dimensional images and overlap them and a display 8 serves to show the whole three-dimensional image of the object 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.08.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2796018

[Date of registration] 26.06.1998

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-50744

(43)公開日 平成6年(1994)2月25日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 17/00	Z			
G 0 6 F 15/62	4 2 0 Z	9287-5L		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-206588

(22)出願日 平成4年(1992)8月3日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 唐 沢 博 一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 丸 山 富 美

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 鈴 木 健 彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

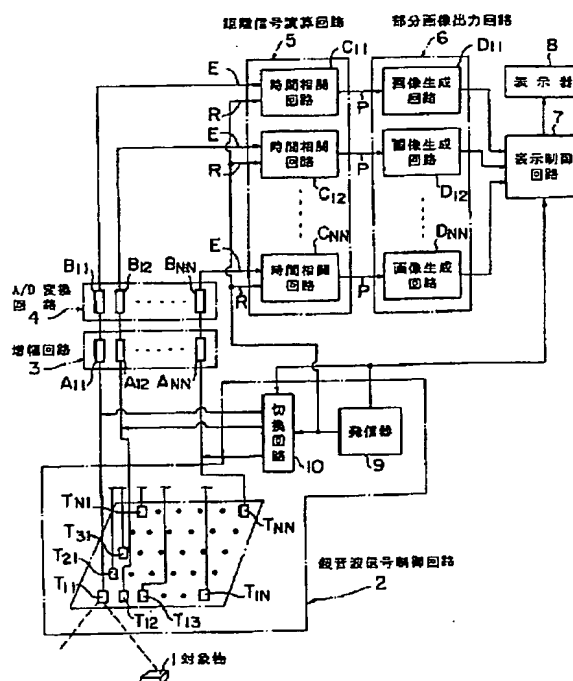
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波画像処理装置

(57)【要約】

【目的】 対象物の画像表示を迅速に行うようにし、且つ、十分に高い解像度の画像を得るようにする。

【構成】 超音波信号制御回路2のトランスデューサ $T_{11} \sim T_{NN}$ は、切換回路10の働きにより T_{11} , T_{12} , T_{13} , ..., T_{1N} , T_{21} , ..., T_{31} , ..., $T_{N1} \sim T_{NN}$ の順序で超音波を対象物1に対して発信するようになっている。このとき、例えばトランスデューサ T_{11} が発信したときは、他のトランスデューサ $T_{12} \sim T_{NN}$ が反射エコーを受信し、受信エコー信号を回路3, 4を介して回路 $C_{12} \sim C_{NN}$ に出力するようになっている。同様に、トランスデューサ T_{12} が発信するときは、トランスデューサ T_{11} , $T_{13} \sim T_{NN}$ が反射エコーを受信し、受信エコー信号を回路 C_{11} , $C_{13} \sim C_{NN}$ に出力する。このように、回路 $C_{11} \sim C_{NN}$ は、順次入力される時間列信号E, Rに基いて時間列パルス信号Pを出力する。回路 $D_{11} \sim D_{NN}$ は、これらの信号Pに基づき、対象物1の一部に関する3次元の画像情報を出力し、回路7はこれらを合成して対象物1全体の画像情報を作成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】形状検出しようとする対象物に対して超音波を発信すると共に、この対象物で反射された超音波を受信する超音波トランスデューサを備え、この超音波トランスデューサからの受信エコー信号に基いて対象物の形状に関する画像情報を得ることが可能な超音波画像処理装置において、
 所定個所に配列された複数の超音波トランスデューサを有しており、これら複数のトランスデューサは、いずれか一のトランスデューサが前記対象物に対して超音波を
 10 発すると、残りの他のトランスデューサがその反射された超音波に基いて受信エコー信号を出力するものである超音波信号制御回路と、
 前記超音波信号制御回路内のトランスデューサの数と同数の時間相関回路を有しており、各時間相関回路は、超音波信号制御回路内の発信器から順次送られてくる発信系列信号を入力すると共に、対応するトランスデューサから順次送られてくる受信エコー信号を入力し、これらの入力に基いて対象物との間の距離に対応するパルス信号を順次出力するものである距離信号演算回路と、
 20 複数の画像生成回路を有しており、各画像生成回路は、前記距離信号演算回路内の対応する時間相関回路から順次送られてくるパルス信号を、前記複数のトランスデューサの走査が全て終了するまで入力し、この入力した信号に基いて前記対象物の一部に関する画像信号を出力するものである部分画像出力回路と、
 前記部分画像出力回路から順次出力される部分画像信号を合成することにより、前記対象物の全体の画像情報を作成する表示制御回路と、
 30 を備えたことを特徴とする超音波画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば、高速増殖炉の原子炉容器内のナトリウム内にある構造物等を可視化して炉内検査を行う場合などに用いる超音波画像処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】原子力発電所等の原子力設備においては、原子炉内の構造物の安全性の確認は最も重要な検査項目である。そして、事故発生時には、炉内の状態を、
 40 できるだけ迅速且つ正確に把握し、最適の処置を施すことが必要になる。

【0003】炉内の状態を把握する手段としては、従来から、指向性の鋭い超音波が多く使用されてきている。すなわち、超音波トランスデューサから発射される超音波ビームを、対象となる炉内の構造物にスポット状に当て、対象物から返ってくる反射エコー信号を収集することにより、対象物に関する画像情報を得るようにしたものである。

【0004】この場合、一方向からのみ超音波ビームを
 50

2

発射したのでは、正確な画像情報を得ることができないので、超音波トランスデューサを炉内で適当に移動させ、多方向から超音波ビームを当てることにより正確な画像情報を得るようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来装置では、超音波トランスデューサを炉内で機械的に移動させなければならないため、必要な画像情報を得るまでには時間がかかりすぎるという欠点がある。

【0006】そこで、炉内の所定個所に複数の超音波トランスデューサを固定して配置しておき、所定の順序で各トランスデューサの発信・受信を順次行なっていくことにより、短時間で画像情報を得る方式の採用も試みられている。

【0007】ところが、この方式によると、画像の解像度はトランスデューサの設置個数に比例するため、解像度を上げるためには設置個数をできるだけ多くする必要がある。しかし、炉内のスペース上の制約からトランスデューサの設置個数をそれほど多くすることは不可能であり、また、スペース上の制約がそれほどないものと仮定しても、その程度の設置個数により得られる解像度は満足できるものとは程遠いものであった。したがって、トランスデューサを複数個配置する方式の場合、十分な解像度を得るためには、各トランスデューサの位置あるいは方向をある程度可変するような機構を付加する必要がある。そのため、この方式も、結局は実用化されるまでに至らなかった。

【0008】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、画像表示を迅速に行うことができ、且つ十分に高い解像度の画像を得ることができる超音波画像処理装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するための手段として、形状検出しようとする対象物に対して超音波を発信すると共に、この対象物で反射された超音波を受信する超音波トランスデューサを備え、この超音波トランスデューサからの受信エコー信号に基いて対象物の形状に関する画像情報を得ることが可能な超音波画像処理装置において、所定個所に配列された複数の超音波トランスデューサを有しており、これら複数のトランスデューサは、いずれか一のトランスデューサが前記対象物に対して超音波を発すると、残りの他のトランスデューサがその反射された超音波に基いて受信エコー信号を出力するものである超音波信号制御回路と、前記超音波信号制御回路内のトランスデューサの数と同数の時間相関回路を有しており、各時間相関回路は、超音波信号制御回路内の発信器から順次送られてくる発信系列信号を入力すると共に、対応するトランスデューサから順次送られてくる受信エコー信号を入力し、これらの入

3

力に基いて対象物との間の距離に対応するパルス信号を順次出力するものである距離信号演算回路と、複数の画像生成回路を有しており、各画像生成回路は、前記距離信号演算回路内の対応する時間相関回路から順次送られてくるパルス信号を、前記複数のトランスデューサの走査が全て終了するまで入力し、この入力した信号に基いて前記対象物の一部に関する画像信号を出力するものである部分画像出力回路と、前記部分画像出力回路から順次出力される部分画像信号を合成することにより、前記対象物の全体の画像情報を作成する表示制御回路と、を備えたことを特徴とするものである。

【0010】

【作用】上記構成において、超音波信号制御回路内の各トランスデューサは所定順序に従って順次対象物に対して超音波を発していく。このとき、いずれかのトランスデューサが発信するときは、残りの他のトランスデューサはその反射エコーを拾うようになっている。したがって、全てのトランスデューサが発信を終った時点すなわち1走査が終了した時点では、最大でトランスデューサの個数の2乗倍の数の情報が得られることになる。

【0011】各トランスデューサは、他のトランスデューサが順次超音波を発信していくと、その反射エコー信号を全て拾っていき、これを距離信号演算回路内の対応する時間相関回路に出力していく。このとき、各時間相関回路には、超音波信号制御回路内の発信器からの発信系列信号も送られているので、各時間相関回路は、順次入力する反射エコー信号が、どのトランスデューサの発信に係るものであるかを知ることができる。そして、各時間相関回路は、対応するトランスデューサの位置と対象物との間の距離に対応するパルス信号を、部分画像出力回路内の対応する画像回路に出力する。

【0012】各画像生成回路は、対応する時間相関回路から順次送られてくるパルス信号を、複数のトランスデューサの走査が全て終了するまで入力し、所定の手法により、対象物の一部に関する画像信号を出力する。そして、表示制御回路は、これらの部分画像信号を合成して、対象物全体の画像情報を作成する。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図に基いて説明する。図1は本発明の実施例の構成を示すブロック図である。この図に示すように、本実施例は、対象物1に対して発せられる超音波の制御を行う超音波信号制御回路2と、超音波信号制御回路2から出力される反射エコー信号の増幅を行う増幅回路3及び前記反射エコー信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する（以下A/D変換と略す）A/D変換回路4と、A/D変換回路4からの信号に基いて距離信号を出力する距離信号演算回路5と、この距離信号に基いて対象物1の部分画像信号を出力する部分画像出力回路6と、各部分画像信号を合成した対象物1全体の画像情報を作成する表示制御回路7

4

と、この画像情報の表示を行う表示器8とから構成されている。

【0014】超音波信号制御回路2は、同一平面上でマトリクス状に配列された $N \times N$ 個の超音波トランスデューサ $T_{11} \sim T_{NN}$ を有している。これらのトランスデューサは、発信器9からの発信信号が切換回路10を介して順次振り分けられることにより、 T_{11} , T_{12} , ..., T_{1N} , T_{21} , ..., T_{31} , ..., T_{N1} , ..., T_{NN} の順序で対象物1に対して超音波ビームを次々に発射している。

【0015】そして、対象物1で反射された超音波は反射エコー信号として各トランスデューサにより受信され、さらに、増幅回路3の増幅器 $A_{11} \sim A_{NN}$ により増幅された後、A/D変換回路4の変換器 $B_{11} \sim B_{NN}$ に変換されて距離信号演算回路5の時間相関回路 $C_{11} \sim C_{NN}$ に送出されるようになっている。

【0016】時間相関回路 C_{11} ($C_{12} \sim C_{NN}$ も同様)

は、発信器9から単一パルス波が発信された場合、変換器 B_{11} を介して取込んだ反射エコー信号の、発信器9から発信された単一パルス波に対する遅れ時間を演算する機能を有している。そして、発信器9からM系列信号などのランダムな周期を持つ連続波が発信された場合、時間相関回路 C_{11} は、この連続波をリファレンス信号として取込み、変換器 B_{11} を介して取込んだ受信エコー信号列との間で積和演算処理を行う。これにより、時間相関回路 C_{11} は、各リファレンス信号に対する各受信エコー信号の遅れ時間、及び各受信エコー信号の強度を演算し、対象物1からの距離に相当する遅れ時間を持ったSN比の良好なパルス状の信号列を画像生成回路 D_{11} に出力するようになっている。

【0017】画像生成回路 D_{11} は、時間相関回路 C_{11} からパルス信号を入力すると共に、表示制御回路7が発信器9に出力した発信指令信号を取込むことにより、発信したトランスデューサを特定するものである。この画像生成回路 D_{11} は、1又は2以上のDSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）と補助メモリとから構成されている。そして、開口合成法と呼ばれる手法により、発信したトランスデューサと受信したトランスデューサ (T_{11}) との間の距離の和が一定となっている回転楕円体上に、受信エコー信号のエコーレベルに応じた値（あるいは、規格化された「1」又は「0」の値）を加算処理する。これにより、画像生成回路 D_{11} は、対象物1の一部についての部分画像信号を生成するようになっている。

【0018】次に、上記のように構成される本実施例の動作について説明する。まず、表示制御回路7は、発信を開始する発信指令信号を、発信器9、切換回路10、及び画像生成回路 $D_{11} \sim D_{NN}$ に出力する。この発信指令信号により、発信器9は発信信号を出力するが、この発信信号は切換回路10により、最初にトランスデューサ T_{11} に送出される。これにより、トランスデューサ T_{11}

5

は広い指向角を有する超音波信号を対象物1に対して発射する。

【0019】そして、トランスデューサ T_{11} 以外のトランスデューサ $T_{12} \sim T_{NN}$ は対象物1で反射した超音波すなわち反射エコー信号を受信し、これを受信エコー信号として増幅器 $A_{12} \sim A_{NN}$ に送出する。このとき、トランスデューサ T_{11} は超音波を発射している間は受信できないため増幅器 A_{11} に受信エコー信号を送出しないようにしているが、発射動作終了後にトランスデューサ T_{11} も受信動作を行う構成としてもよい。

【0020】さて、トランスデューサ $T_{12} \sim T_{NN}$ から出力された各受信エコー信号は、増幅回路3及びA/D変換回路4を介して、それぞれ時間相関回路 $C_{12} \sim C_{NN}$ に送出される。時間相関回路 $C_{12} \sim C_{NN}$ は、変換器 $B_{12} \sim B_{NN}$ から受信エコー信号Eを入力すると共に、発信器9から発信系列信号Rを入力しているので、この受信エコー信号がトランスデューサ T_{11} の発信に対して受信されたものであることを知るができる。そして、対象物1までの距離に対応し、SN比の良好なパルス信号Pを出力する。画像生成回路 $D_{12} \sim D_{NN}$ は、このパルス信号P*20

$$P_i = \sum_{j=1}^N (E_{ij} + j \cdot R_j) \quad \dots (1)$$

そして、対象物1に対する発信について、トランスデューサ $T_{11} \sim T_{NN}$ の1回分の走査が終了すると、画像生成回路 $D_{11} \sim D_{NN}$ のそれぞれは、対象物1の一部分に関する3次元画像信号を出力する。表示制御回路7は、これらの3次元画像信号を取り込み、全ての3次元画像を加算して重ね合わせる。表示器8は、この結果得られる対象物1全体の3次元画像の表示を行なう。

【0025】上述したように、可視化したい対象物1に対して広い指向角を有する超音波の発信・受信が可能なトランスデューサ $T_{11} \sim T_{NN}$ が同一平面上でマトリックス状に配列され、いずれかのトランスデューサが発信を行なうと、残りのトランスデューサがその反射エコーを受信するようになっている。したがって、超音波の発信について、 T_{11} から T_{NN} までの一回の走査を行なうことにより、原理的にはトランスデューサの数の約2乗倍のデータを収集できることになる。これは、1個のトランスデューサを使用していた従来装置と比べれば、1個当りのデータ収集時間をトランスデューサ数の2乗倍分の1にできることを意味している。

【0026】なお、上記実施例では、トランスデューサ数をN個とした場合に、収集し得る反射エコーのデータ数を約 N^2 個としているが、これらの反射エコーのなかには、経路が同じで信号の伝搬方向が逆なものが含まれている。したがって、これらの信号を収集しないようにするか、あるいは全てのデータ数を平均化するようにして、有効なデータ数を $(1/2)N^2$ 個として処理してもよい。

6

*をそれぞれの補助メモリに一時的に記憶する。

【0021】次いで、切換回路10の動きにより、今度はトランスデューサ T_{12} から超音波が対象物1に対して発信され、その反射エコー信号が、トランスデューサ T_{11} 、 $T_{13} \sim T_{NN}$ により受信される。そして、画像生成回路 D_{11} 、 $D_{13} \sim D_{NN}$ は、画像生成回路 D_{11} 、 $D_{13} \sim D_{NN}$ からのパルス信号Eをそれぞれの補助メモリに一時的に記憶する。

【0022】このようにして、トランスデューサ $T_{11} \sim T_{NN}$ のそれぞれから順次超音波が対象物1に向けて発射され、 $N(N-1)$ 個すなわち約 N^2 個の受信エコー信号に基いて得られるパルス信号Pが画像生成回路 $D_{11} \sim D_{NN}$ 内のメモリに蓄積される。

【0023】ここで、受信エコー信号Eの $2n$ 個の時間列信号を E_i ($i=1, 2, \dots, 2n$)とし、発信系列信号Rの n 個の時間列信号を R_i ($i=1, 2, \dots, n$)とすると、パルス信号Pの n 個の時間列信号 P_i ($i=1, 2, \dots, n$)は下式(1)により求めることができる。

【0024】

【0027】また、上記実施例では、複数のトランスデューサを同一平面上でマトリックス状に配列した場合を示したが、同心円状等の他の配列状態としてもよく、さらに、位置関係が明らかであれば、同一平面上でなく曲面上であってもよい。

【0028】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、複数の超音波トランスデューサを所定の状態に配列すると共に、いずれかのトランスデューサが対象物に対して超音波を発すると、残りの他のトランスデューサがその反射エコー信号を受信して受信エコー信号を出力するようにし、距離信号演算回路及び部分画像出力回路を介して、対象物の部分画像を順次得るようにし、これらの部分画像を合成することにより対象物全体の画像情報を作成する構成としたので、画像表示を迅速に行うことができ、且つ、十分に高い解像度の画像を得ることができる。

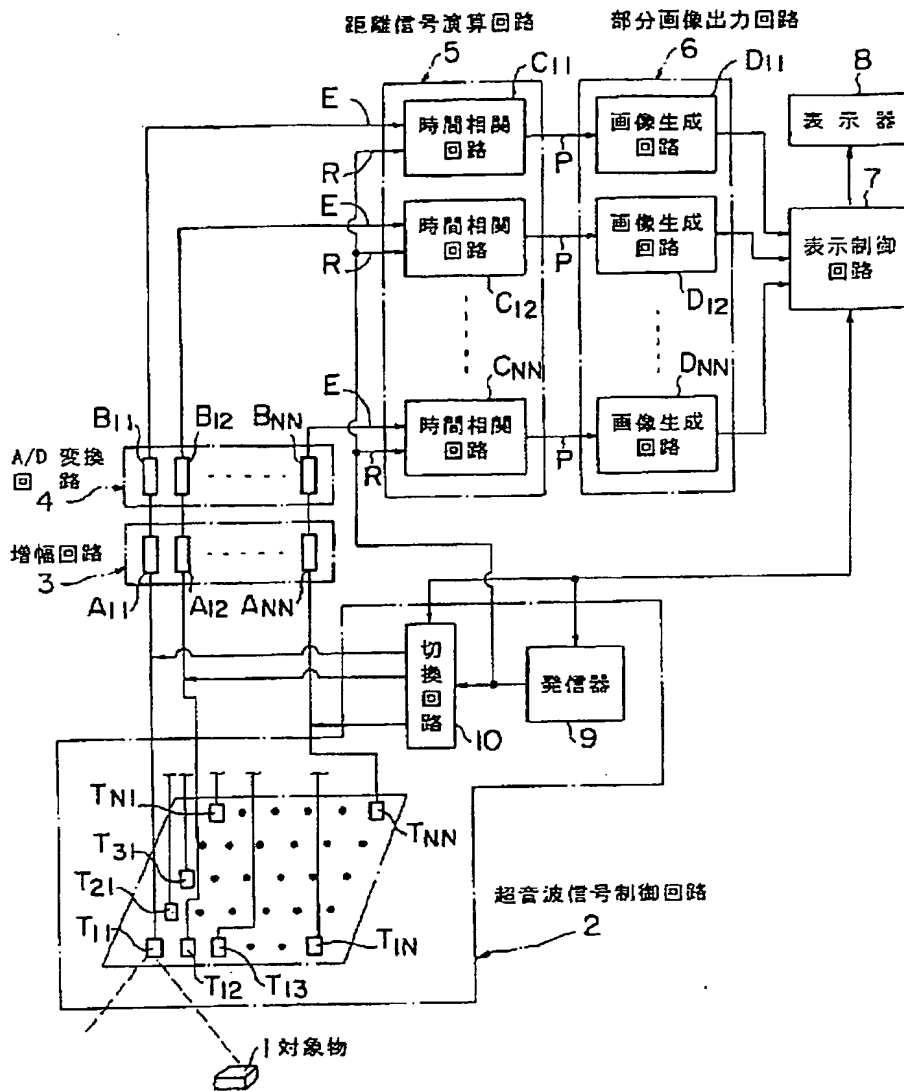
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の構成を示すブロック図。

【符号の説明】

- 1 対象物
- 2 超音波信号制御回路
- 5 距離信号演算回路
- 6 部分画像出力回路
- 7 表示制御回路
- $T_{11} \sim T_{NN}$ トランスデューサ
- $C_{11} \sim C_{NN}$ 時間相関回路

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 長井 敏

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内